

# PERENCANAAN KONTRUKSI MESIN PENGGILING DENGAN SISTEM RODA GIGI

**Indra Setiawan, Jumari**

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin

## ABSTRAK

Konstruksi mesin Penggiling tradisional pada saat ini, menggunakan material *equal angle Bar* (besi siku) berbahan baja karbon rendah, dan menggunakan pisau *spiral*, sebagai penggiling.. Dengan mengetahui bagian-bagian utama konstruksi mesin penggiling, gambar kerja dan proses pembuatan konstruksi mesin penggiling, dan perhitungan pada bagian rangkanya. Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan dapat diketahui jenis bahan dan dimensi dari komponen yang akan diperlukan sebagai pelaksanaan dalam pembuatan bahan dan alat. Dari komponen yang diperoleh maka dilakukan proses perancangan sesuai dengan desain gambar pada mesin penggiling. Pembahasan yang telah dijelaskan yaitu melakukan perhitungan atau simulasi beban pada rangka, agar sistem pengerjaan pada mesin penggiling lebih kuat. Jenis bahan baja karbon rendah sebagai penyusun konstruksi mesin penggiling memiliki kekuatan yang cukup dan biaya yang rendah untuk membangun konstruksi mesin penggiling ini. Sehingga hasil dari proses penggilingan akan semakin mudah dan akan semakin membantu proses penggilingan dengan biaya yang lebih murah agar setiap masyarakat mampu memiliki mesin penggiling serba guna ini dengan harga yang terjangkau.

*Kata Kunci : Perencanaan, Mesin, Penggiling*

## 1. PENDAHULUAN

Konstruksi mesin Penggiling tradisional pada saat ini, menggunakan material *equal angle Bar* (besi siku) berbahan baja karbon rendah, dan menggunakan pisau *spiral*, sebagai penggiling. Jenis Material *equal angle bar* (besi siku) berbahan baja karbon memiliki keunggulan, harga yang murah serta mudah didapat. Penggunaan *equal angle bar* (besi siku) sebagai konstruksi mesin cukup kuat menahan beban, gaya dan momen yang dihasilkan dari berat motor bakar penggerak, poros, *gearbox* dan proses kerja mesin penggiling. Tetapi timbul masalah jika menggunakan roda sebagai bantalan konstruksi mesin penggiling, konstruksi mesin penggiling pada saat proses penggilingan menjadi bergetar. Hal ini menandakan bahwa material *equal angle bar* (besi siku) hanya cocok digunakan untuk konstruksi mesin dengan bantalan tetap. Selain masalah material konstruksi, penggunaan pisau *spiral* sebagai penggiling juga memiliki masalah, dimana saat mata pisau *aus*, pisau *spiral* tidak dapat langsung diganti, dikarenakan *part* atau komponen tersebut tidak diproduksi secara masal. Artinya kegiatan produksi akan berhenti sampai komponen pisau *spiral* didapat atau dibuat lagi. Dipilihnya roda sebagai bantalan konstruksi mesin penggiling. Agar mesin penggiling yang akan dibuat mempunyai sifat fleksibel atau dapat dipindah dari satu tempat ke tempat lain dengan mudah, sehingga dapat mengefesiensi waktu. Sifat fleksibel dan efesiensi waktu ini diharapkan dapat menambah kapasitas produksi. Untuk menyelesaikan permasalahan yang ada serta perencanaan yang telah direncanakan, maka

material yang dipilih untuk konstruksi mesin penggiling adalah material pipa persegi (*hollow*) berbahan baja karbon rendah. Pemilihan material pipa persegi (*hollow*) bahan baja karbon rendah sebagai konstruksi mesin penggiling yang direncanakan, dikarenakan material yang mudah didapat, serta sifat kekuatan material yang lebih kuat dibanding dengan material *equal angle bar* (besi siku). Sifat kekuatan material ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah, konstruksi mesin yang bergetar saat proses penggilingan berlangsung dan untuk mengatasi pisau *spiral* yang sering mengalami keausan. Maka perlu pergantian jenis komponen tetapi dengan fungsi yang sama, sebagai penggiling. Diperlukan jenis komponen mesin yang mudah didapat atau diproduksi secara massal, karena jika ada keausan dalam komponen, komponen yang *aus* bisa langsung dilakukan pergantian komponen. Tetapi dengan kinerja yang hampir sama dengan pisau *spiral*, maka dipilih komponen roda gigi sebagai penggiling.

## 2. LANDASAN TEORI

Menurut Junaidi adriansyah, 2010, prinsip tumbukan (*Hammer Mill*) dan penggiling dengan proses gesekan dari dua *plat* yang bergerigi (*Burr Mill*), teknologi jenis tumbukan merupakan salah satu metode yang sering digunakan, ada yang kapasitas besar (1-1,5 ton/jam) dan berkapasitas kecil (200-300 kg/jam). Mesin ini efektif, pembuatannya mudah, walaupun begitu mesin ini ada beberapa kelemahan yaitu hasil gilingan yang bervariasi lama sekali didapatkan, saringan sering kali tersumbat, dan daya yang dibutuhkan untuk kapasitas yang besar dengan muatan penuh (6-9 kW), dan daya yang kecil komponen penghacur terdiri dari besi bulat sering patah, ini sangat menghambat produksi.

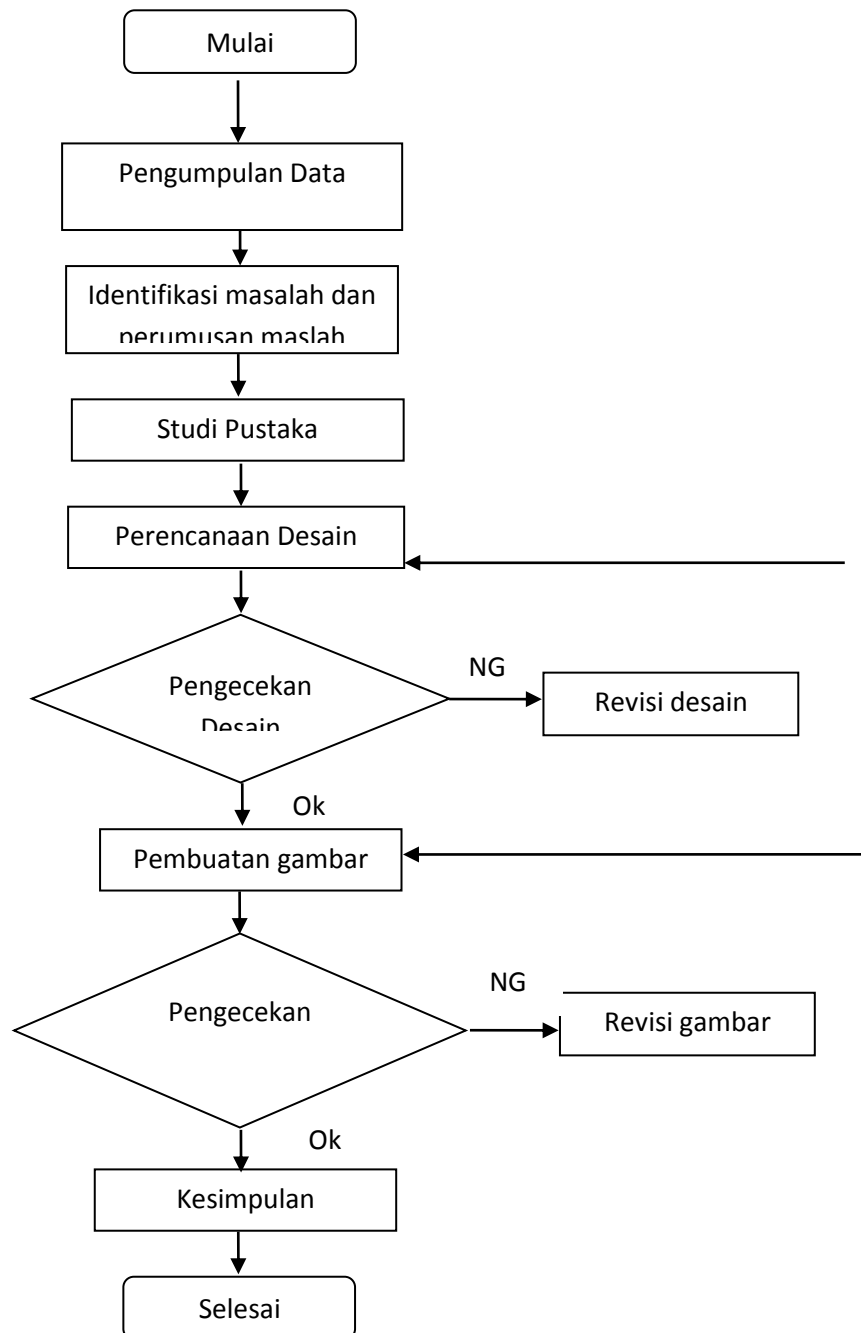
Berdasarkan Warih Utomo dan Seno Darmanto, 2011, mesin las listrik merupakan mesin yang digunakan untuk menyambung atau memotong suatu benda kerja. Mesin las listrik secara prinsip terdiri dari beberapa komponen meliputi transformator, pendingin, pemegang elektroda, kabel las listrik kutub positif dan kabel listrik kutub negatif. Dalam pengujian beberapa tipe pengelasan pada plat besi dan pipa menunjukkan bahwa sambungan yang dihasilkan mesin las listrik ini sudah cukup memuaskan.

Menurut Bambang Kuswanto, 2010, baja karbon rendah adalah baja yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,30 %. Baja ini mempunyai sifat mampu dimesin sangat baik sehingga mudah untuk dibentuk menyesuaikan kebutuhan. Sifat ini dapat dikatakan sebagai kelebihan baja karbon rendah dibandingkan dengan jenis baja karbon lainnya. Selain harganya lebih murah dibandingkan jenis baja karbon lainnya, material ini mudah pula ditemukan di pasar material logam.

Berdasarkan Irsyad Haryono, 2013, baja karbon adalah baja yang paling banyak digunakan di dunia industri maupun untuk konstruksi, karena kekuatan dan keuletannya cukup baik. Baja karbon di dalam perdagangan dibagi menjadi 3 (tiga) jenis yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Jenis baja karbon yang paling banyak digunakan pada konstruksi baja umumnya adalah baja karbon rendah. Hal ini dikarenakan baja karbon rendah merupakan jenis baja yang diproduksi dalam jumlah terbesar. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling murah diproduksi diantara semua baja karbon, mudah dimachining dan dilas, serta keuletan dan ketangguhannya sangat tinggi tetapi kekerasannya rendah dan tak tahan aus. Sehingga pada penggunaannya, baja jenis ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen bodi mobil, struktur bangunan, pipa, jembatan, kaleng, pagar, dan lain-lain.

Menurut Thomas B. Fricke, 2009, Minyak sawit berasal dari buah pohon kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), suatu spesies tropis yang berasal dari Afrika Barat, namun kini tumbuh sebagai hibrida di banyak belahan dunia, termasuk Asia Tenggara dan Amerika Tengah. Minyak sawit menjadi minyak pangan yang paling banyak diperdagangkan secara internasional pada tahun 2007. Minyak yang *relative* murah ini digunakan untuk berbagai tujuan. Permintaan dunia akan minyak sawit telah melonjak dalam dua dasawarsa terakhir, pertama karena penggunaannya dalam bahan makanan, sabun, dan produk-produk konsumen lainnya, dan belakangan ini sebagai bahan baku mentah bahan bakar nabati.

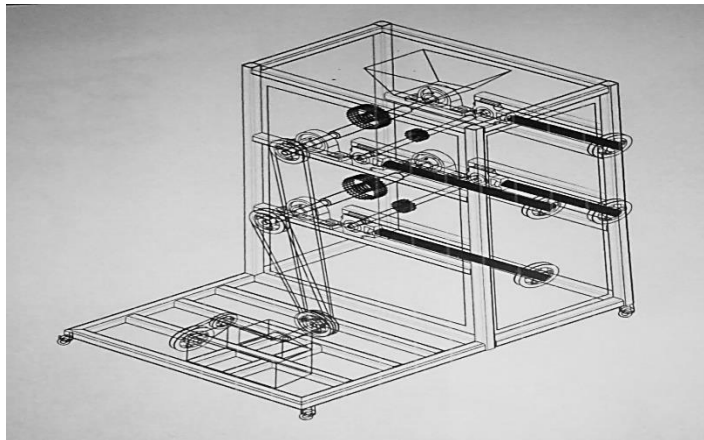
### 3. METODOLOGI PENELITIAN



#### 4. DATA DAN HASIL PEMBAHASAN

##### 4.1 Desain Perencanaan Kontruksi Mesin Penggiling

. Spesifikasi mesin yang ergonomis dengan dimensi yang nyaman bagi operator dan mudah disesuaikan dengan ruang kerja mesin berdimensi panjang 900 mm × lebar 600 mm x tinggi 930 mm. Dibawah ini Gambar 1 Desain Konstruksi Mesin Penggiling.



Gambar .1 Desain Utama Konstruksi Mesin Penggiling

##### 4.2 Perhitungan pada Perencanaan Pulli dan V-Belt

Puli dan *V-Belt* digunakan untuk mereduksi putaran motor listrik dari 1400 rpm menjadi 46 rpm dengan perbandingan diameter puli 1:8 dan 1:4. Perkiraan penggunaan mesin untuk produksi dalam sehari 8-10 jam. Sehingga faktor koreksi nya 1,3. Proses perancangan dan perhitungan sabuk-V dapat diamati melalui gambar dibawah ini :

a.  $P = 1,5 \text{ Hp}$

$$P = 1,5 \times 0,735 \text{ kW}$$

$$P = 1,10 \text{ kW}$$

b. Daya Rencana

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,3 \times 1,10$$

$$P_d = 1,43 \text{ kW}$$

Keterangan :

$P_d$  = Daya yang direncanakan

( Robert L. Mott, 2004 )

$f_c$  = Faktor Koreksi

c. Momen Rencana

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{1400}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{1430}{1400}$$

$$T = 68510575,50 \text{ N/M}$$

Keterangan :

$T$  = Momen punter

d. Penampang *V-belt* yang digunakan tipe A

e. Diameter *V-belt*

$$1) d_{p1} = 74 \text{ mm}$$

$$2) d_{p2} = 68 \text{ mm}$$

Kecepatan *V-belt*

$$v = \frac{\pi \cdot D_{p1} \cdot n_1}{60 \times 1000}$$

$$v = \frac{3,14 \times 74 \times 34}{60 \times 1000}$$

$$v = 0,13 \text{ m/s}$$

f. Gaya Tangensial *V-belt*

$$P_0 = \frac{F_e \cdot v}{102}$$

$$F_e = \frac{P_0 \cdot 102}{v}$$

$$F_e = \frac{1430 \times 102}{0,13}$$

$$F_e = 1.122.000,00 \text{ N}$$

Keterangan :

$F_e$  = Gaya Tangensial sabuk-V

$P_0$  = Kapasitas transmisi daya

g. Nomor sabuk-V yaitu no A39 (3390) = 12,5 x 1010

h. Panjang keliling ( L )

$$L = 39,3 \times 25,5 = 998,22 \text{ mm}$$

i. Jarak sumbu poros ( C ) dapat dinyatakan sebagai berikut :

Rumus :

$$C^2 = \frac{1}{4} [ L - \pi ( r_1 + r_2 ) ]^2 - ( r_2 - r_1 )^2$$

$$C^2 = \frac{1}{4} [ 998,22 - 3,14 ( \frac{74}{2} + \frac{68}{2} ) ]^2 - ( \frac{68}{2} - \frac{74}{2} )^2$$

$$= \frac{1}{4} [ 998,22 - 3,14 ( 37 + 34 ) ]^2 - ( 34 - 37 )^2$$

$$= \frac{1}{4} ( 998,22 - 222,94 )^2 - 9$$

$$C^2 = 150.255,76$$

$$= \sqrt{150.255,76}$$

$$= 387,64 \text{ mm}$$

Keterangan :

$\theta$  = Besar sudut kontak sabuk-V dengan puli

$K\theta$  = Faktor koreksi

Jadi Daerah penyetelan jarak sumbu poros berdasarkan data-data yang diperoleh ditetapkan:

$$\Delta d_1 = 20 \text{ mm} \quad \Delta d_2 = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta d_3 = 40 \text{ mm} \quad \Delta d_4 = 50 \text{ mm}$$

L = panjang keliling C = jarak sumbu poros

Jadi *V-belt* yang sesuai dengan sistem transmisi mesin penggiling adalah *V-belt* tipe A, no. 39 dengan jarak poros 400 mm.

### 4.3 Perhitungan pada Perencanaan Getaran Mekanis

Rangka merupakan bagian yang penting sebagai penopang mesin agar dapat kokoh berdiri saat dioperasikan. Pemilihan bahan serta proses penyambungan yang tepat akan mempengaruhi kekuatan rangka sebagai penopang mesin sehingga rangka dapat menahan beban maksimal dari yang diharapkan. Pada Gambar 4.7 Rangka dibawah ini merupakan Perencanaan

Konstruksi Mesin Penggiling yang akan direncanakan.

Spesifikasi rangka ini mempunyai dimensi 900 x 600 x 930 mm dan menggunakan bahan profil baja karbon rendah. Profil baja yang digunakan dalam pembuatan rangka mesin ini adalah profil persegi ukuran 40 x 40 dengan ketebalan 2 mm yang diketahui spesifikasi diperlukan sebagai data *input* untuk melakukan kalkulasi, momen Inersia (I) bahan, luas penampang (A), kekuatan luluh ( $S_y$ ), modulus elastisitas (E), modulus kekakuan (G) dan massa jenis bahan ( $\rho$ ).

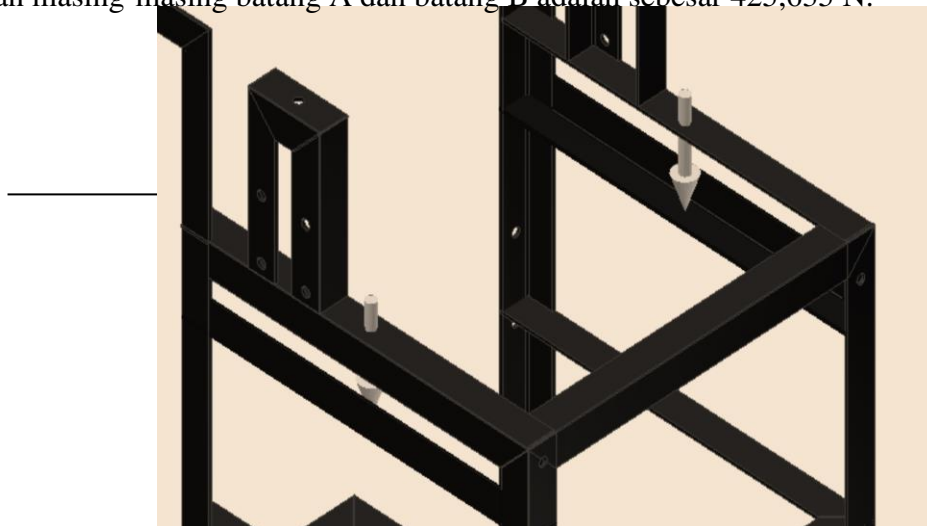
#### 4.3.1 Perhitungan Perencanaan Beban pada masing masing Batang

Batang A dan B merupakan bagian yang paling kritis pada konstruksi ini. Adapun jumlah beban yang dialami batang A dan B pada Tabel 4.1 dibawah ini :

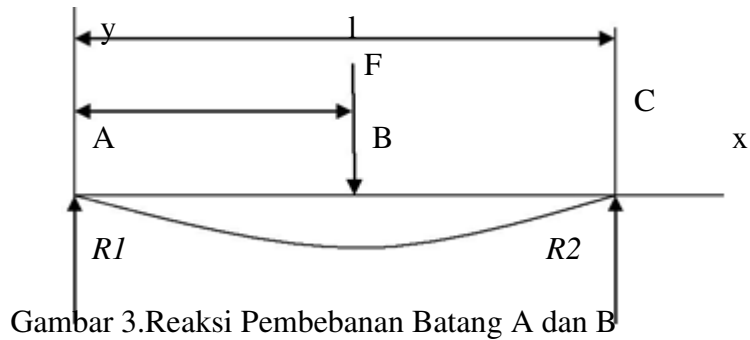
Tabel 1 Jumlah Beban Pada Rangka [Robert L. Mott, 2004]

No	Beban	(N)
1.	Poros pada mekanisme pertama	146
2.	Poros pada mekanisme kedua	146
3.	Puli dan gear	10
4.	Gaya tarik belt dan Rantai	49
5.	Torsi motor	501.27
Total		851,27

Jumlah beban pada mesin ini sebesar 851,27N dan ditumpu oleh batang A dan batang B, maka beban masing-masing batang A dan batang B adalah sebesar 425,635 N.



Gambar 2. Pendekatan Analisis Batang A dan B



Gambar 3.Reaksi Pembebanan Batang A dan B

Diketahui :

Ukuran besi persegi penampang :  $40 \times 40 \times \frac{3}{8}$

$F : 851,27\text{N}$

$l : 0,5 \text{ m}$

- a. Beban pada masing-masing batang

$$R1 = R2 = \frac{F}{2}$$

$$\frac{851,27\text{N}}{2} = 425,635 \text{ N}$$

- b. Reaksi pada A dan B

$$Vab = R1 = 425,635 \text{ N}$$

$$Vbc = -R2 = -425,635 \text{ N}$$

(Robert L. Mott, 2004)

- c. Momen

$$Mab = \frac{Fx}{2}$$

$$Mab = \frac{821,27 \times 0,25}{2} = 106,4 \text{ N}$$

$$Mbc = \frac{F}{2} (l - x)$$

$$Mbc = \frac{851,27}{2} (0,5 - 0,25) \\ = 106,4 \text{ N}$$

- d. Momen Lentur pada batang A dan B

$$y_{AB} = \frac{fx}{EI} (4x^2 - 3l^2)$$

$$= \frac{851,27 \times 0,25}{EI} (4 \times 0,25^2 - 3 \times 0,5^2)$$

$$= \frac{2,2168}{200 \text{ mpa}}$$

$$= 0,0110 \text{ N}$$

Rumus :

$$I = \frac{1}{12} (bh^3 - b_1 - h_1^3)$$

$$I = \frac{1}{12} (40 \times 40^3 - 36 \times 36^3)$$

$$= \frac{1}{12} ( 2.560.000 - 1.679.616 )$$

$$= \frac{1}{12} \times 880,384$$

$$= 73.365,33 \text{ mm}^4$$

$$= 7,3365 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

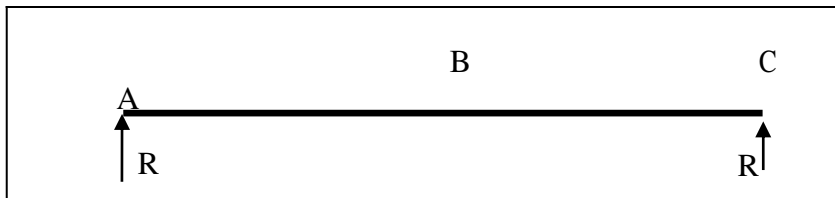
$$E = 200 \text{ Mpa} = 200 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$y_{\max} = \frac{MIL^2}{8EI}$$

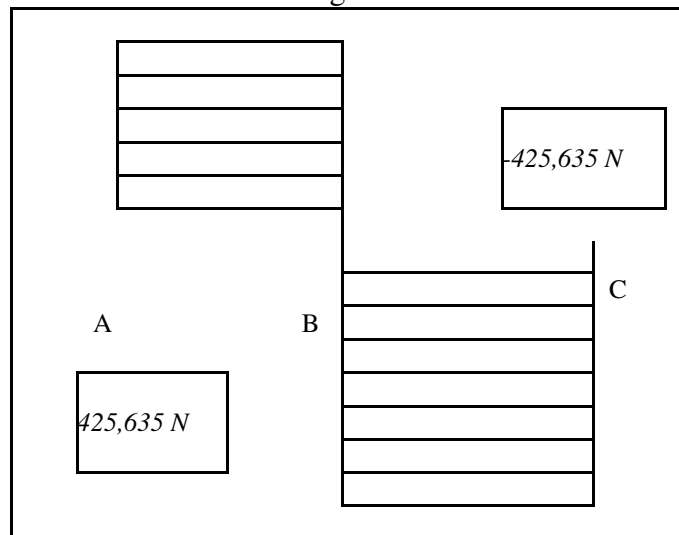
$$y_{\max} = \frac{106,4 \times 0,5^2}{8 \times 200 \times 10^6 \text{ Pa} : 7,3365 \times 10^{-8} \text{ m}^4}$$

$$= \frac{26,6}{117,384}$$

$$= 0,226 \text{ m}$$

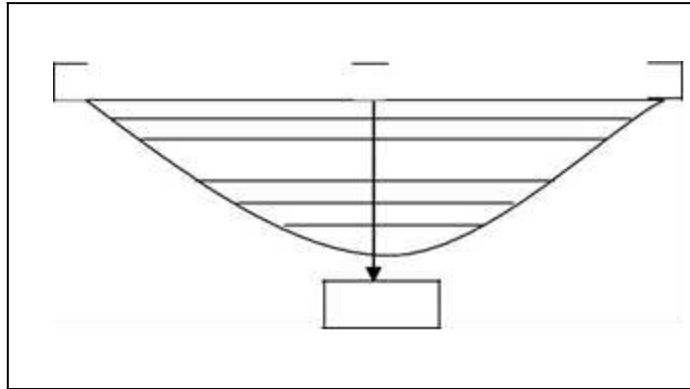


Gambar 4. Reaksi Batang A dan C



Gambar 5. Reaksi Batang A dan C





Gambar 6. *Bending Momen Diagram*

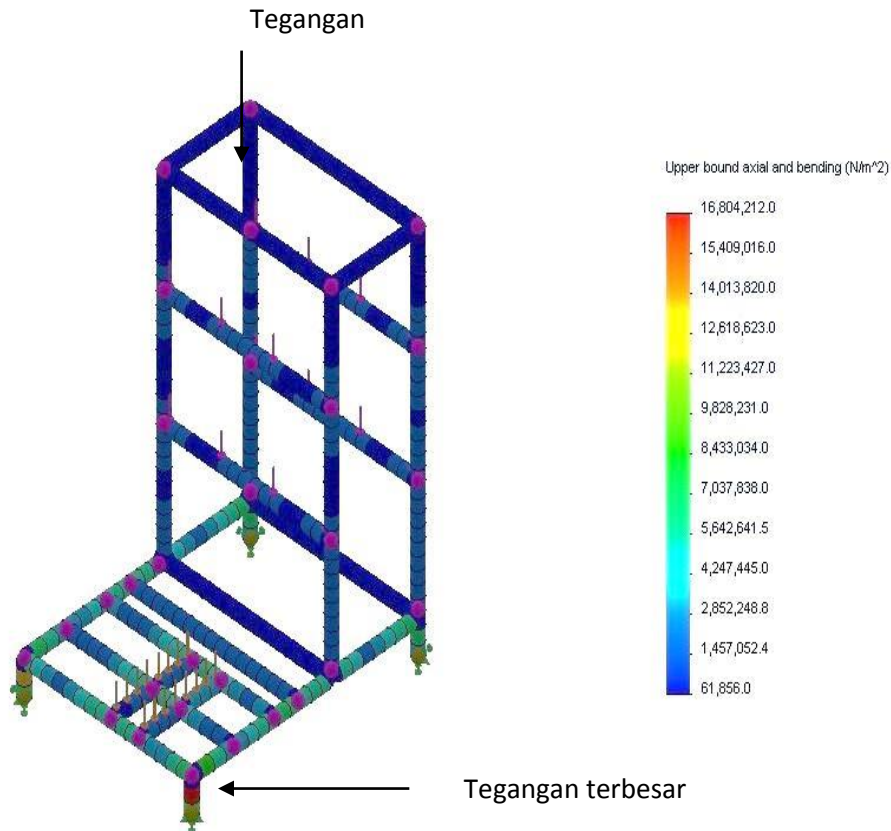
Referensi untuk bagian mesin umum, defleksi yang disebabkan oleh pelengkungan atau *bending* sebesar 0,005 inch atau 0,0196 m/m. (Robert L. Mott, 2004). Perbandingan tingkat keamanan diambil dari rangka batang yang paling panjang yaitu satu meter, sehingga *defleksi* maksimal yang diijinkan sebesar 2 mm. *Defleksi* terbesar dialami batang A dan B sebesar 0,226 m, bila di bandingkan dengan referensi yang dipakai, *defleksi* tersebut masih dalam tingkatan yang aman.

#### 4.4 Hasil dan pembahasan pada Perencanaan Konstruksi Mesin Penggiling

Perencanaan Rangka Mesin Penggiling dengan sistem roda gigi ini terdiri dari profil persegi dengan ukuran 40 mm x 40 mm x 2 mm. Dengan dimensi rangka, yaitu panjang 900 mm, lebar 600 mm, tinggi 930 mm. Rangka Mesin Penggiling dengan sistem roda gigi terbagi menjadi 2 bagian pada mekanisme nya, yaitu pada bagian atas rangka merupakan dudukan poros pertama dan bagian bawah merupakan dudukan poros kedua. Pada Perencanaan Konstruksi Mesin Penggiling dengan sistem roda gigi ini melakukan desain Gambar pada Rangka, melakukan perhitungan getaran mekanis dan momen lentur pada setiap masing masing batang dan pemilihan bahan pada rangka, kemudian perencanaan diatas akan di uji coba pada Rangka yang telah direncanakan. Pengujian rangka dilakukan dengan memberikan beban pada rangka. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan rangka dan daya tahan terhadap beban yang diberikan. setelah dilakukan pengujian, rangka yang telah dibuat menunjukkan hasil yang baik. Hasil tersebut ialah rangka mampu menahan getaran motor penggerak dan tidak terlihat adanya lengkungan terhadap rangka ketika tambahan beban pada poros mekanismenya.

##### 4.4.1 Desain Simulasi *Solidworks* pada konstruksi mesin Penggiling

Dengan menggunakan program *Solidworks*, seluruh bagian yang di simulasikan akan dianalisa dengan menggunakan metode elemen. Titik node pada bagian bagian kecil tersebut kemudian dianalisa hingga mendapatkan hasil berupa tegangan, defleksi dan regangan pada struktur rangka. *Solidworks* memberikan dua hasil analisa yaitu berupa simulasi dan berupa data angka. Keruntuhan hasil simulasi pada sampel ditunjukkan dengan skala warna dan tekuk. Skala warna mempunyai rentang warna biru hingga warna merah. Dari warna biru yang mewakili kategori aman hingga warna merah yang mewakili batang profil mulai mencapai tegangan leleh dan bila terjadi tekuk pada rangka, berarti rangka sudah mengalami keruntuhan akibat tekuk. Sedangkan warna kuning, hijau dan biru muda merupakan titik atau area dengan tegangan sedang. Dibawah ini Gambar simulasi Tegangan (*stress*) pada desain rangka mesin penggiling.



Gambar 7. Desain Simulasi Tegangan (*stress*) pada rangka mesin

Pada rangka mesin ini tegangan terbesar senilai 16.804.212,0 MP<sub>a</sub>, terjadi pada penopang bagian bawah dudukan mesin dan roda pada rangka. Sedangkan tegangan terkecil senilai 61.866,0 MP<sub>a</sub>, terjadi pada sisi atas dan bawah pada Konstruksi rangka. Hasil simulasi program *Solidworks* bahwa seluruh tipe rangka pada batang dan bentuk rangka yang sama, mengalami keruntuhan pada lokasi dan kondisi yang sama. Rangka mengalami keruntuhan tekuk lentur di batang tekan. Dari skala warna biru hingga warna merah, semua batang secara keseluruhan belum mendapat distribusi beban yang berlebihan.

## 5.1 KESIMPULAN

1. Perencanaan Konstruksi Mesin Penggiling ini dirancang dengan berbagai perhitungan agar dapat diproduksi secara efektif. Perhitungan tersebut diarahkan untuk menentukan ukuran dan jenis bahan dari komponen Mesin Penggiling dengan sistem Roda Gigi. Selain tergantung pada perhitungan, pemilihan jenis bahan juga diperhitungkan kualitas pada pemilihan bahannya.
2. Dengan desain dan Gambar yang telah direncanakan pada konstruksi mesin penggiling dengan sistem roda gigi sangatlah berpengaruh terhadap perhitungan kekuatan beban rangka yang akan direncanakan.
3. Hasil perhitungan yang didapat pada Puli dan *V belt* digunakan untuk mereduksi putaran motor listrik dari 1400 rpm menjadi 46 rpm dengan perbandingan diameter 1:8 dan 1:4, sehingga factor koreksinya 1:3. Jadi *V belt* yang sesuai dengan sistem transmisi mesin penggiling adalah *V belt* Tipe A, no. 39 dengan jarak poros 400 mm. Sedangkan untuk perhitungan getaran mekanisnya pada beban masing masing batang 425.635 N pada reaksi poros batang A yaitu  $V_{ab} = R_1 = 425.635 \text{ N}$  sedangkan pada reaksi poros batang B yaitu  $V_{bc}$

4.  $= R2 = 425.635$  dan momen lentur pada batang A adalah  $y_{AB} = 7.3365,33 \text{ mm}^4$  dan pada batang B yaitu  $y_{Max} = 0,226 \text{ m}$ . Jadi tingkat keamanan untuk pembebanan pada masing masing batang masih dalam tingkatan yang aman. Dengan spesifikasi rangka yang mempunyai dimensi  $900 \times 600 \times 930 \text{ mm}$  yang menggunakan bahan baja karbon rendah dengan profil pipa persegi (*hollow*) memiliki ukuran  $40 \times 40$  dengan ketebalan  $2 \text{ mm}$ .

## 5.2 SARAN

1. Pada perhitungan dan pemilihan bahan sebaiknya diperhitungkan dengan berbagai perhitungan yang lebih lengkap, dan untuk pemilihan bahan agar menggunakan bahan yang lebih bagus dan tahan lama dengan kualitas yang baik.
2. Desain dan Gambar harus mudah dipahami oleh pembuat produk sehingga akan mempercepat kinerja pembuat produk dan hasilnya sesuai dengan maksud dan tujuan yang direncanakan sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Adi Purnomo Santoso, 2014, Klasifikasi Baja Bahan besi atau *ferro* (Fe).
2. Amstead, B.H, dkk.(1981). Teknologi Mekanik, alih bahasa:Sriati Djaprie, Jakarta, Erlangga.
3. Bambang Kuswanto, 2010, Baja karbon rendah baja yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,30 %.
4. G Niemann. 1996. Elemen Mesin. (Anton Budiman: terjemahan), Jakarta: Erlangga
5. Jhon A. Schey. 2000, *Introduction to manufacturing processes*. Andi Yogyakarta.
6. Junaidi adriansyah, 2010, penggilingan prinsip tumbukan (*Hammer Mill*) dan Penggilingan dengan proses gesekan dari dua *plat* yang bergerigi (*Burr Mill*),
7. Lawrence H. Van Vlack dan Sriati Djaprie, 1992, Ilmu dan Teknologi Bahan, Erlangga.
8. Mott, Robert L. 2009. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis Buku.
9. Sularso, Kiyakatsu Suga, 1991, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.
10. Thomas B. Fricke, 2009, Buku Panduan Pabrik Kelapa Sawit Skala Kecil. Banda Aceh, Aceh Indonesia.
11. Warih Utomo dan Seno Darmanto, 2011, Mesin las listrik secara prinsip dari beberapa komponen meliputi transformator.
12. Zamil, 2009. REVIEW\_METALURGI\_LAS\_BAJA\_TAHAN\_KARAT
13. <http://cahaya14design.wordpress.com/2014/05/13/definisi-akrilik-Acrylic>, diunduh 20 juli, 2014, pukul 20.35
14. <http://doyock-online.blogspot.com/2012/11/tentang-gergaji-besi.html>, diunduh 10 juli, 2014, pukul 22.55